



GELLERT Q77165  
HEAT CONDUCTIVITY DETECTOR  
Filed: October 23, 2003  
SUGHRUE MION 202-293-7060  
1 of 1

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 19 788.8  
**Anmeldetag:** 23. April 2001  
**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft,  
München/DE  
**Bezeichnung:** Wärmeleitfähigkeitsdetektor  
**IPC:** G 01 N 27/18

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 25. September 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag



Brosig

## Beschreibung

## Wärmeleitfähigkeitsdetektor

- 5 Wärmeleitfähigkeitsdetektoren dienen zum Nachweis bestimmter flüssiger oder gasförmiger Stoffe (Fluide) anhand ihrer stofftypischen Wärmeleitfähigkeit und werden insbesondere in der Gaschromatographie eingesetzt. Dazu werden die nachzuweisenden Stoffe nach ihrer chromatographischen Trennung
- 10 nacheinander in einem Kanal an einem dort angeordneten und elektrisch beheizten Heizfaden vorbeigeführt, wobei je nach Wärmeleitfähigkeit des vorbeiströmenden Stoffes mehr oder weniger Wärme von dem Heizfaden auf die Kanalwandung abgeleitet wird und der Heizfaden dementsprechend mehr oder weniger
- 15 abkühlt. Durch die Abkühlung des Heizfadens ändert sich dessen elektrischer Widerstand, was detektiert wird. Dazu ist der Heizfaden üblicherweise in einer Messbrücke angeordnet, die weitere Widerstände und einen weiteren Heizfaden in einem von einem Referenzfluid durchströmten weiteren Kanal enthält.
- 20
- Um geringste Stoffmengen mit hoher Sensitivität und Genauigkeit nachweisen zu können, ist ein entsprechend kleiner Aufbau des Wärmeleitfähigkeitsdetektors erforderlich. Dazu bieten sich insbesondere mikromechanische Herstellungsverfahren
- 25 an. Bedingt durch die geringe Baugröße können jedoch spezielle Probleme entstehen. So kann der bei Umgebungstemperatur unter Zug stehende Heizfaden bei Arbeitstemperaturen zwischen 100 °C und 200 °C oder höher aufgrund seiner Wärmeausdehnung erschlaffen; das den Kanal durchströmende Fluid kann dann den
- 30 Heizfaden zu Schwingungen anregen, die das Detektorrauschen des Wärmeleitfähigkeitsdetektors erhöhen und damit die Nachweisgrenze herabsetzen und die auch zu einem vorzeitigen Bruch des sehr dünnen Heizfadens führen können.
- 35 Gemäß der Erfindung erfolgt die Vermeidung dieser Probleme durch einen Wärmeleitfähigkeitsdetektor mit einem elektrisch beheizbaren Heizfaden, der in der Mitte eines Kanals von

einem Fluid umströmbar gelagert ist und dazu an seinen beiden Enden an zwei den Kanal durchquerenden elektrisch leitenden Trägern gehalten ist, wobei mindestens einer der beiden Träger derart ausgebildet ist, dass sein Abstand zu dem anderen  
5 Träger im Bereich der Kanalmitte größer ist als im Bereich der Kanalwandung.

Durch die spezielle Ausbildung des mindestens einen Trägers, vorzugsweise beider Träger, wird erreicht, dass sich bei zu-  
10 nehmender Temperatur die mittleren Bereiche der beiden Träger, an denen der Heizfaden mit seinen beiden Enden gehalten ist, im Sinne einer Straffung des Heizfadens voneinander weg bewegen. Der Heizfaden verbleibt dabei in vorteilhafter Weise in der Mitte des Kanals, so dass sich die Messeigenschaften  
15 des Wärmeleitfähigkeitsdetektors nicht ändern.

Besonders effektiv wird der Erschlaffung des Heizfadens bei Temperaturerhöhung dadurch entgegengewirkt, dass der mindestens eine Träger in seinem den Kanal durchquerenden Bereich  
20 zumindest annähernd V-förmig ausgebildet ist.

Um bei dem mindestens einen Träger eine möglichst große Wärmeausdehnung zur Straffung des Heizfadens zu erreichen, besteht der betreffende Träger bevorzugt ausschließlich aus  
25 Metall; d. h. es wird z. B. für den Träger kein Träger-substrat aus einem Material mit geringer Wärmeausdehnung, wie Siliziumdioxid, mit einer darauf aufgetragenen leitfähigen Schicht verwendet.

30 Da es in der Praxis kaum möglich ist, die wärmebedingte Längenausdehnung des Heizfadens vollständig durch die Wärmeausdehnung der erfindungsgemäß ausgebildeten Träger zu kompensieren, ist der unbeheizte Heizfaden vorzugsweise unter einer derartigen Zugspannung zwischen den beiden Trägern  
35 gehalten, dass der Heizfaden auch bei Arbeitstemperatur noch mit einem Zug belastet ist. Dies wäre bei Trägern ohne die erfindungsgemäße Ausformung nicht möglich, da dann die Zug-

spannung des unbeheizten Heizfadens derart hoch eingestellt sein müsste, dass der Heizfaden reißen würde oder anderenfalls stabiler und damit dicker ausgebildet werden müsste.

5 Insbesondere im Hinblick auf eine mikromechanische Herstellung des erfindungsgemäßen Wärmeleitfähigkeitsdetektors sind die den Heizfaden haltenden Träger vorzugsweise auf einer Trägerplatte mit einer darin enthaltenen Rinne ausgebildet, wobei der Kanal von der Rinne und einer weiteren Rinne in  
10 einer auf der Trägerplatte aufliegenden Abdeckplatte gebildet ist.

Im Weiteren wird die Erfindung anhand eines in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Wärmeleitfähigkeitsdetektors erläutert, wobei  
15

Figur 1 den Wärmeleitfähigkeitsdetektor im Längsschnitt (I-I') und

Figur 2 denselben Wärmeleitfähigkeitsdetektor im Querschnitt (II-II') zeigen.  
20

Auf einer Trägerplatte 1 mit einer darin enthaltenen Rinne 2 liegt eine Abdeckplatte 3 mit einer weiteren Rinne 4 derart auf, dass beide Rinnen 2 und 4 zusammen einen Kanal 5 mit  
25 hier kreisrundem Querschnitt bilden. In der Mitte des Kanals 5 erstreckt sich in dessen Längsrichtung ein Heizfaden 6, der an seinen beiden Enden an zwei den Kanal 5 durchquerenden elektrisch leitenden Trägern 7 und 8 gehalten ist. Jeder der beiden Träger 7 und 8 ist jeweils so ausgebildet, dass sein  
30 Abstand zu dem jeweils anderen Träger im Bereich der Mitte des Kanals 5, also dort, wo der Heizfaden 6 gehalten ist, größer ist als im Bereich der Kanalwandung 9. Dazu sind die beiden Träger 7 und 8 hier in ihren den Kanal 5 durchquerenden Bereichen im Wesentlichen V-förmig ausgebildet, wobei die  
35 beiden Schenkel jedes V-förmigen Trägers 7 und 8 in einem Winkel von etwa 45° zu der Kanalwandung 9 verlaufen.

Der Heizfaden 6 wird in unbeheiztem Zustand unter einer voreingestellten Zugspannung zwischen den Trägern 7 und 8 gehalten. Zum Aufheizen des Heizfadens 6 wird dieser über die beiden Träger 7 und 8 mit einem elektrischen Strom beaufschlagt.

5 Die dabei aus der wärmebedingten Längenausdehnung des Heizfadens 6 resultierende Zugspannungsminderung wird teilweise dadurch kompensiert, dass sich mit zunehmender Temperatur auch die mittleren Bereiche der beiden Träger 7 und 8, an denen der Heizfaden 6 gehalten ist, im Sinne einer Straffung  
10 des Heizfadens 6 voneinander weg bewegen (vgl. gestrichelte Darstellung). Die Zugspannung des unbeheizten Heizfadens 6 ist so eingestellt, dass der Heizfaden 6 bei Arbeitstemperatur, also im Bereich zwischen 100 °C und 200 °C, noch unter einer Zugspannung  $\geq 0$  steht, d. h. nicht erschlafft, wobei  
15 aber der voreingestellte Zugspannungswert des unbeheizten Heizfadens 6 um den Betrag der Kompensation der Zugspannungsminderung niedriger sein kann. Bei einer Kompensation der Zugspannungsminderung des aufgeheizten Heizfadens 6 um 40 % müssen nur noch die verbleibenden 60 % bei der Einstellung  
20 der Zugspannung des unbeheizten Heizfadens 6 ausgeglichen werden.

Zur mikromechanischen Herstellung des Wärmeleitfähigkeitsdetektors wird zunächst die Trägerplatte 1 aus einem Siliziumsubstrat 10 gebildet, das auf einer Seite eine Isolierschicht 11 aus Siliziumdioxid trägt. Auf der Isolierschicht 11 werden anschließend Metallschichten (z. B. Titan, Chrom, Platin, Gold) aufgebracht, die zu einem Teil (Gold und/oder Platin) später die Träger 7 und 8 und den Heizfaden 6 bilden  
25 und zum anderen Teil als Haftvermittler (Titan, Chrom) oder zur Verstärkung (Gold) von Schichten dienen. In Ätzprozessen werden durch Strukturieren der Metallschichten die Träger 7 und 8 und der Heizfaden 6 gebildet und die Rinne 2 in der Trägerplatte 1 ausgeformt. Bei der Ausbildung der Träger 7  
30 und 8 wird auf ein Verbleiben der Isolierschicht 11 als Unterstützung für die Träger 7 und 8 so weit wie möglich verzichtet, so dass diese nur aus Metall bestehen und sich

daher beim Aufheizen ungehindert ausdehnen können. Schließlich werden die Trägerplatte 1 und die Abdeckplatte 3 zusammengefügt, wobei die in ihnen ausgeformten Rinnen 2 und 4 den Kanal 5 bilden. Der Kanaldurchmesser beträgt etwa  
5 0,15 mm, die Heizfadenlänge etwa 1 mm und der Heizfaden-  
durchmesser  $< 1 \mu\text{m}$ .

## Patentansprüche

1. Wärmeleitfähigkeitsdetektor mit einem elektrisch beheiz-  
baren Heizfaden (6), der in der Mitte eines Kanals (5) von  
5 einem Fluid umströmbar gelagert ist und dazu an seinen beiden  
Enden an zwei den Kanal (5) durchquerenden elektrisch leiten-  
den Trägern (7, 8) gehalten ist, wobei mindestens einer der  
beiden Träger (z. B. 7) derart ausgebildet ist, dass sein Ab-  
stand zu dem anderen Träger (8) im Bereich der Kanalmitte  
10 größer ist als im Bereich der Kanalwandung (9).

2. Wärmeleitfähigkeitsdetektor nach Anspruch 1, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , dass der mindestens eine Träger  
(7, 8) in seinem den Kanal (5) durchquerenden Bereich zu-  
15 minst annähernd V-förmig ausgebildet ist.

3. Wärmeleitfähigkeitsdetektor nach Anspruch 1 oder 2, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der mindestens  
eine Träger (7, 8) ausschließlich aus Metall besteht.

20

4. Wärmeleitfähigkeitsdetektor nach einem der vorangehenden  
Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass  
der unbeheizte Heizfaden (6) unter einer derartigen Zug-  
spannung zwischen den beiden Trägern (7, 8) gehalten ist,  
25 dass er auch bei Arbeitstemperatur noch mit Zug belastet ist.

5. Wärmeleitfähigkeitsdetektor nach einem der vorangehenden  
Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass  
die den Heizfaden (6) haltenden Träger (7, 8) vorzugsweise  
30 auf einer Trägerplatte (1) mit einer darin enthaltenen Rinne  
(2) ausgebildet sind, wobei der Kanal (5) von der Rinne (2)  
und einer weiteren Rinne (4) in einer auf der Trägerplatte  
(1) aufliegenden Abdeckplatte (3) gebildet ist.

## Zusammenfassung

## Wärmeleitfähigkeitsdetektor

- 5 Ein Wärmeleitfähigkeitsdetektor weist einen elektrisch beheizbaren Heizfaden auf, der in der Mitte eines Kanals von einem Fluid umströmbar gelagert ist und dazu an seinen beiden Enden an zwei den Kanal durchquerenden elektrisch leitenden Trägern gehalten ist.
- 10 Um ein Erschlaffen des Heizfadens bei Arbeitstemperatur zu verhindern, ist mindestens einer der beiden Träger (7, 8) derart ausgebildet, dass sein Abstand zu dem anderen Träger im Bereich der Kanalmitte größer ist als im Bereich der
- 15 Kanalwandung (9). Damit wird erreicht, dass sich mit zunehmender Temperatur die mittleren Bereiche der beiden Träger (7, 8), an denen der Heizfaden (6) gehalten ist, im Sinne einer Straffung des Heizfadens (6) voneinander weg bewegen.
- 20 Figuren 1 und 2



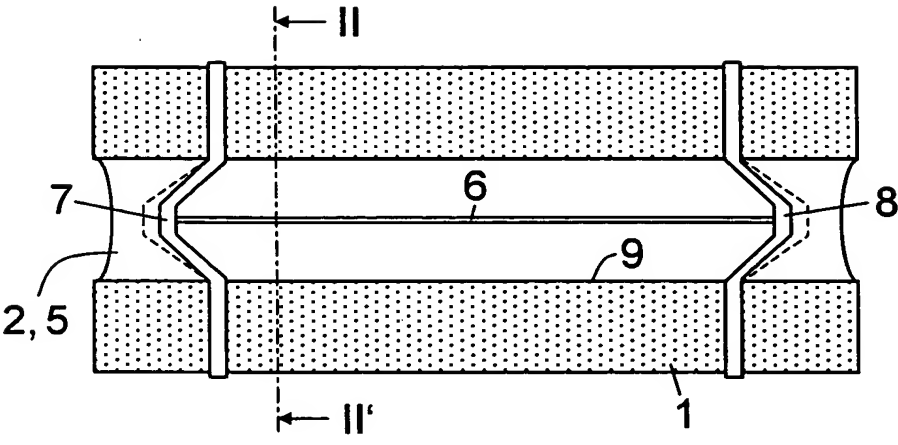


FIG. 1

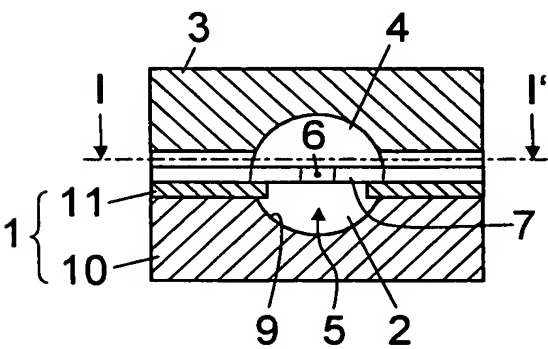


FIG. 2